

ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA PRESENÇA DAS ESTAÇÕES DE METRÔ SOBRE ESTRUTURA ESPACIAL URBANA

Autor: **Claudia Dall'Igna Rodrigues**

Instituição: PROPUR-UFRGS

Orientadora: Prof. Dr. Clarice Maraschin

Email: cdalligna245@gmail.com

RESUMO

Este artigo apresenta pesquisa que busca compreender de que maneira a implantação de uma estação de metrô em ambiente urbano consolidado altera as dinâmicas socioespaciais de seu entorno. O estudo pretende, a partir da análise espaço temporal e de dados sociogeográficos compreender a transformação da estrutura espacial urbana que possam ser associados a presença da estação. A cidade é uma estrutura dinâmica, um sistema complexo de redes de relações físicas e sociais onde a intervenção sobre o ambiente construído causa interferências sobre todo o sistema. A pesquisa parte do princípio de que uma estação de transporte de massa redefine os níveis de acessibilidade de um local em sua relação com sistema urbano, enquanto interfere na estrutura socioespacial de seu entorno. A relação entre transporte como elemento reestruturador e forma urbana é analisada a partir de mudanças relativas a população, usos do solo e acessibilidade. O crescimento do número de redes de metrô, aliado à crescente necessidade de mobilidade urbana justifica a necessidade de aprofundamento na análise de seus impactos sobre a estrutura urbana. Esta pesquisa de mestrado se encontra em de desenvolvimento, por iniciar o estudo empírico, cujos resultados serão apresentados oportunamente. A maior limitação encontrada até o momento é a disponibilidade de dados na escala necessária e em etapa anterior e posterior a implantação da estação que permita a análise proposta.

Palavras chave: *transporte, estrutura espacial urbana, estação de metrô*

ABSTRACT

This article presents a research that seeks to understand how the implementation of a subway station in consolidated urban environment changes the dynamics sócioespaciais of its surroundings. The study intends through spatial analysis and sociogeographical data to understand the transformation of urban space structure that may be associated with the presence of the station. The city is a dynamic structure, a complex system as a network of physical and social relations, where interventions on the built environment will interfere on the whole system. The research starts from the principle that while a transit station resets the accessibility of a site in its relation with the urban system, it also interferes with the socio-spatial structure of its surroundings. The relationship between transport as restructuring element and urban form is assed through changes concerning population, landuse and accessibility. The growing number of metro networks, together with the increasing need for urban mobility, justifies the need to deepen the analysis of their impacts on the urban structure. This research as a master's degree is under development, and about to initiate the empirical study, and its results shall be presented in due course. The highest limitation found so far is the availability of data at the required scale and time (before and after the station) allowing the proposed analysis.

Keywords: *transport, urban structure, metro station*

1. INTRODUÇÃO

O tema a ser tratado neste trabalho, no contexto dos estudos urbanos e na área de estudos da morfologia urbana, é a relação entre sistemas transporte e estrutura espacial urbana.

1.1 Problema

A necessidade de movimento é função inerente à atividade humana no contexto urbano. A presença e as características de redes de circulação e seus componentes estão diretamente relacionadas ao funcionamento do sistema urbano. Historicamente as estruturas de movimento tem sido associadas ao processo de produção da cidade com grande impacto sobre sua configuração, tamanho e forma de ocupação. Além da preponderância de estruturas de transporte em estratégias de desenvolvimento regional, acessibilidade e qualidade de sistemas de movimento e transporte no ambiente urbano, estas podem estimular processos de ocupação, expansão e valorização do solo urbano. Da mesma forma, a redução ou impossibilidade de acesso pode restringir a ocupação de certas áreas. A tendência em países desenvolvidos e menos desenvolvidos em priorizar o transporte público vem crescendo, bem como a noção de sua importância como elemento reestruturador das dinâmicas urbanas. Neste contexto é essencial a melhor compreensão da relação entre os sistemas de transporte e o tecido urbano. (SHELDON & BRANDWEIN, 1973)(VUCHIC, 2007)(UN-HABITAT, 2013)

O crescimento do uso do automóvel nas cidades caracteriza um problema não apenas do ponto de vista do sistema de circulação dos próprios automóveis, com congestionamentos sempre crescentes. A priorização do automóvel individual como mecanismo principal de deslocamento de pessoas e suas demandas sobre o espaço urbano, tem-se provado uma grande preocupação no que concerne à qualidade do ambiente construído, do sistema de espaços abertos e da vida dos cidadãos. Neste contexto a busca por formas alternativas de movimento das pessoas de um modo mais eficiente e sustentável, tanto do ponto de vista ambiental como social, tem gerado uma série de opções experimentadas e exploradas em todo o planeta sejam elas sistemas de transporte público ou outros modos não motorizados de transporte. (UN-HABITAT, 2013; VUCHIC, 2007) Gestores e planejadores urbanos e de transporte se confrontam com a necessidade de equilibrar a demanda crescente por mobilidade das pessoas e o crescimento econômico com o necessário respeito ao meio ambiente e à qualidade de vida de todos os cidadãos. A aposta em sistemas de transporte de grandes números de pessoas em pequenas e grandes distâncias está incorporada à políticas que buscam a movimentação de pessoas com redução no uso do automóvel individual e sua interferência sobre o ambiente físico e social (através do consumo de combustível, emissão de poluentes, congestionamentos, etc.). Buscam também permitir a inclusão e acesso a bens, serviços e trabalho de um maior número de pessoas que por questões práticas ou econômicas necessitam se locomover sem o uso do automóvel. Desta forma se estabelece uma relação entre a redução dos automóveis e um sistema de planejamento mais eficiente e sustentável no sentido amplo da palavra que abrange o contexto social de uso de recursos não apenas naturais. (VUCHIC, 2007)(EU-Comissão, 2004)

Com o crescimento acelerado das cidades, a noção da importância e da necessidade de meios que possam movimentar grandes números de pessoas no contexto urbano não é recente. A presença de formas iniciais de sistemas de transporte público de cidadãos comuns já era perceptível nas grandes cidades do hemisfério norte no início do século XIX. O desenvolvimento tecnológico e as transformações estruturais decorrentes do processo de industrialização das cidades possibilitou a implantação da primeira linha de trem subterrâneo (a vapor) em Londres em 1863, em 1981 cinquenta e cinco cidades no mundo contavam com sistemas de metrô e no ano de 2007 o número passava de 100. (VUCHIC, 2007) (figuras 1 e 2)

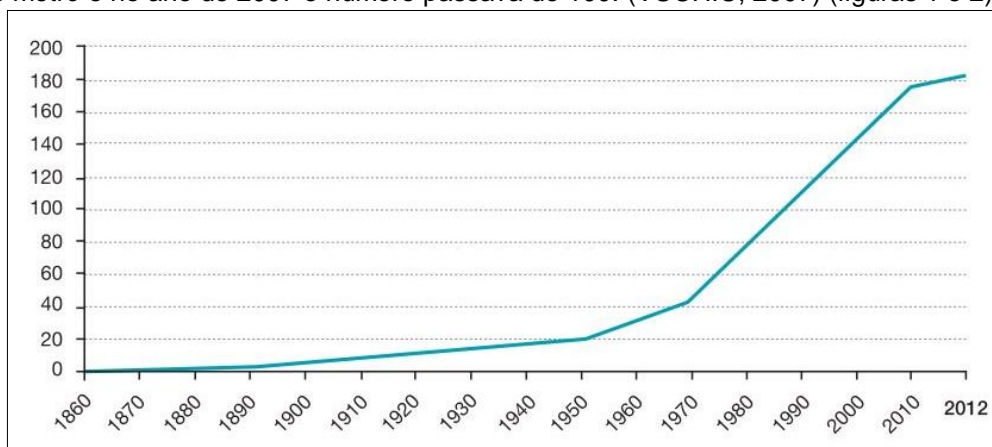


Figura 1 - crescimento do sistema de metrô no mundo. fonte: metrôbus 2012 em UN-HABITAT 2013)

Region	Cities	Length (km)	Average daily ridership (millions)	Share of global daily ridership (%)
Africa	2	75	2.2	2.0
Asia	58	4279	51.0	45.7
Europe	80	3638	38.2	34.3
Latin America and the Caribbean	17	828	11.5	10.3
North America	24	1601	8.6	7.7
Total	181	10,421	111.5	100.0

Source: Metrobits, 2012.

Figura 2 – Sistemas de metrô por região. fonte: metrôbus 2012 em UN-HABITAT 2013)

Redes de metrô se encontram entre os sistemas mais caros do ponto de vista da implantação, entretanto alguns autores argumentam que deve-se evoluir nas formas de avaliação do sistema para além da tradicional relação entre custo de implantação e operação e retorno direto para a inclusão de outros impactos tangíveis e intangíveis, ou de difícil quantificação tais como acessibilidade, qualidade de vida, qualidade ambiental, inclusão social, geração de emprego, entre outros. O último Relatório de Planejamento e Projeto Sustentável do UN-HABITAT cita relatório do Banco Mundial de 2002 (*Cities on the move*) o qual afirma que redes de metrô permitem o crescimento e densificação de atividades comerciais e de serviços (CBDs), onde o acesso por superfície é limitado e saturado, tendo também benefícios a longo prazo, podendo contribuir para a consolidação dos centros existentes através da conectividade necessária não explícita na avaliação baseada em análise tradicional de custo-benefício. Vários trabalhos chamam atenção para a necessária avaliação de amplo espectro a análise de critérios múltiplos que não só as relações financeiras implicadas no sistema. O crescimento do número de redes de metrô pelo mundo, bem como o número de pessoas transportadas, aliado à crescente tendência a urbanização e consequente necessidades de mobilidade urbana justificam a necessidade e entendimento e aprimoramento na análise de seus impactos sobre a estrutura urbana. (SHELDON & BRANDWEIN, 1973; UN-HABITAT, 2013).

Existe um número de estudos que se dedicam a compreender a relação entre transporte e a estrutura urbana principalmente nas áreas de tecnologia e planejamento de transportes e da economia urbana, os quais abordam os aglomerados urbanos em sua grande escala, buscando identificar tendências e vetores de crescimento, com foco em gestão de mobilidade, habitação e mercado imobiliário, entre outros. (BANISTER, 2009; CERVERO, 2003; FIGUEROA, 2005; MACHADO et al., 2013). Por outro lado, existe também, uma série de estudos empíricos que buscam compreender o comportamento do usuário no interior das estações, do ponto de vista da inteligibilidade do espaço, movimento, escolha de rotas e etc. na escala da arquitetura da edificação. (JITEH et alli, 2015; AECOM s/d)

Os estudos que fazem uma vinculação mais profunda entre transporte e estrutura espacial urbana podem ser classificados em 2 tipos. Enquanto alguns buscam identificar influência do trem sobre a cidade como sistema urbano (LANDIS, GUHATHAKURT, HUANG, & ZHANG, 1995; CERVERO & KOCKELMAN, 1997; TSAO, 1998; VINHA, 2005) outros analisam a influência da estrutura urbana sobre o uso do sistema de transporte. (ALTERKAWI, 2001; ÖZBIL & PEPONIS, 2007; BIN MO, 2010).

Entre os estudos que analisam a influência da estação na escala do seu raio de influência há discordância no que se refere às características do impacto e sua relação com a implantação da estação. Desta forma, foi identificada uma lacuna no que diz respeito a estudos voltados para a escala do entorno mais imediato às estações, que busquem compreender como o advento de uma estação de metrô pode interferir no comportamento da estrutura espacial e social de seu entorno. Assim sendo, este trabalho busca contribuir para a compreensão do papel das estações de metrô no contexto urbano em uma escala intermediária, sobre a qual se espera discutir o caráter e a abrangência da influência da presença da estação do ponto de vista da estrutura socioespacial.

No estudo das relações entre cidade e transporte, no âmbito das estações de metrô, foram identificadas algumas lacunas. Primeiro a falta de estudos que se dediquem a compreensão da influência da estação de metrô sobre a estrutura espacial urbana na escala intermediária do espaço construído. Segundo foi identificada necessidade de maior aprofundamento no processo de definição e análise de elementos a serem considerados no estudo desta relação. Este trabalho trata então de dois fenômenos contemporâneos no que tange a construção das cidades: o crescimento urbano e a necessidade de estruturas que possibilitem o movimento de grandes quantidades de pessoas, e as implicações sobre as dinâmicas socioespaciais decorrentes de alterações nas estruturas de movimento dentro do sistema urbano.

Desta forma, ao discutir os efeitos causados pela inserção de uma estação de metrô em contexto urbano consolidado este trabalho pretende contribuir para o avanço da discussão no estabelecimento e compreensão das relações entre dois elementos importantes da estrutura urbana contemporânea: as redes de estrutura de transporte de massa e a processo de estruturação do território urbano. Podendo assim

contribuir e informar o processo decisório envolvido no planejamento e construção da cidade, principalmente no que se refere a escolha de localização de estações.

1.2 Objetivo

O objetivo geral deste trabalho é discutir e analisar a influência de estruturas de transporte de massa sobre a transformação estrutura espacial urbana. Mais especificamente, é compreender, de que maneira a implantação de uma estação de transporte de massa - metrô - altera as dinâmicas socioespaciais do seu entorno. E, através da identificação de transformações ocorridas, contribuir para o entendimento do comportamento da estrutura espacial urbana, como suporte a iniciativas de planejamento e/ou projeto urbano futuros. Partindo do princípio de que a cidade é um sistema em permanente processo de transformação e adaptação, o objetivo principal deste trabalho de pesquisa é aprofundar a compreensão deste processo expresso através das transformações ocorridas em um período de tempo determinado, em uma área também determinada a partir da implantação de uma estação de metrô.

A literatura revisada contribui para a consolidação da noção de que os elementos que melhor representam a relação entre transporte e a cidade ligados a características da população, de uso do solo e da morfologia do espaço construído. (CERVERO & KOCKELMAN, 1997) (OZBIL, 2010) Desta forma a pesquisa tem também como objetivo melhor entender a transformação estrutural causada pela presença da estação de metrô sobre a estrutura espacial de seu entorno e a partir características das atividades e da população a elas relacionadas. A partir de recursos da análise espaço-temporal a pesquisa buscará identificar transformações do ponto de vista das características da população bem como dos usos do solo que possam ser atribuídas a presença da estação.

1.3 Justificativa

É essencial compreender o papel socializador, estimulante e dinamizador dos sistemas de transporte público em uma escala global, bem como de suas estações em escala local. A importância do sistema de transporte e suas estruturas vai muito além de simplesmente transportar pessoas de um ponto a outro. A implantação de grandes redes de transporte público é primeiramente reflexo da busca por soluções macro estruturais à necessidade de mobilidade gerada pelo crescimento urbano (em população e em extensão). Entretanto torna-se necessário expandir o entendimento da infraestrutura de transporte para além de movimentar grandes quantidades de pessoas de um ponto a outro de maneira mais ou menos eficiente. (NELSON, 2014) Da mesma maneira a busca por uma utilização mais humana e sustentável dos recursos físicos, humanos e técnicos investidos na construção da cidade é, além de uma tendência, uma necessidade. Neste contexto o entendimento da relação entre projetos de infraestrutura as dinâmicas socioeconômicas a ele relacionadas pode contribuir com os processos de planejamento, projeto e gestão da cidade e com a busca por melhor qualidade de vida urbana (BORJA, 2012; BURDETT & SUDJIC, 2007)

1.4 Pergunta principal

Com base na revisão da produção sobre o tema, este trabalho buscou estabelecer os parâmetros da discussão aqui pretendida e formular questões que possam contribuir com a estruturação do raciocínio. Foram analisados do ponto de vista da abordagem teórica bem como do enfoque metodológico trabalhos que buscam relacionar transporte e estrutura urbana de forma mais genérica, e outros que se ocupam especificamente da análise de estações de metrô neste contexto.

Com base nestes estudos estabeleceu-se a premissa de que, por um lado, a instalação de uma estação de metrô altera os níveis de acessibilidade de uma área urbana, redefinindo o sistema em uma escala global, por outro cada estação se caracteriza como um polo gerador de movimento produzindo alterações estruturais que determinam transformações na dinâmica de uso do espaço público e privado de seu entorno em escala local. Neste contexto, a pergunta principal que a pesquisa tenta responder é: *se e de que maneira a inserção de uma estação de metrô no tecido urbano existente interfere na estrutura socioespacial do seu entorno.* (OZBIL 2010; PENN 2001; HILLIER e HANSON 1984; CERVERO 2013; BATTY et al. 1998)

Na busca pelo entendimento da influência da estação de metrô sobre as transformações de seu entorno no tempo surgem algumas questões secundárias que o trabalho tenta verificar com respeito às áreas analisadas, tais como:

- se há evidência de processos de gentrificação;
- se há evidências de mudanças funcionais;
- se há evidências de formação de novas centralidades.

Grande número de estudos que relacionam estrutura espacial urbana e transporte estabelecem que os três elementos mais representativos neste contexto são dados associados à: *Densidades*, *Diversidade* e *Design*, caracterizados como os 3Ds. (fig. 3) (CERVERO & KOCKELMAN, 1997) *Densidades*, podem ser relativas a área construída ou edificada, população ou quantidade de vias de conexão; *Diversidade*, relativo a usos do solo em diferentes escalas, como zoneamento ou mistura de usos; e *Design* se refere a questões da forma urbana, como a seção das vias, qualidades do ambiente ou da rede viária. (CERVERO, 2005)(OZBIL, 2010).

3Ds
DENSIDADE - ocupação m2
- população
- vias
DIVERSIDADE (usos da terra, diferentes escalas)
- zoneamento de usos
- ou índices de mistura de usos (mix)
DESIGN - forma urbana
- seção viária (diretrizes, especificações)
- qualidade do ambiente
- qualidades da rede viária

Figura 1 – 3Ds que definem a relação entre transporte e estrutura espacial urbana (CERVERO E KOCKELMAN, 1997)

Para efeito deste trabalho o que é chamado genericamente de *estação* é o ponto que define o espaço de interface entre o ambiente urbano e o sistema de transporte que é a rede de metrô. São os pontos de acesso externo (entrada/saída) que fazem a conexão entre o ambiente externo e o espaço interno da estação propriamente dita, que dá acesso ao sistema de transporte. A opção por trabalhar com estações de metrô e não com outros modais de transporte aqui se justifica pelo fato de que em sua maioria sistemas de transporte de superfície produzem uma série de interferências sobre a malha urbana muito além de suas estações, dificultando o isolamento e a análise de variáveis que possam ser associadas a transformações relacionadas à sua presença. A presença de uma estação de transporte público sobre o tecido urbano gera movimento no espaço externo ao seu redor do ponto de entrada e/ou saída. A estação e seu entorno caracterizam desta forma um ponto de convergência de fluxos, os quais definem sua área de influência, inserido na malha urbana e é a partir desta inserção pontual na estrutura espacial que se estabelece a análise.

Não há unanimidade na terminologia que se refere a fenômenos definidos através de constructos (ideias construídas com base em conceituações e relações estabelecidas para defini-las). Uma vez que o objetivo deste trabalho é compreender a influência das estações de metrô sobre seu entorno imediato, o foco de análise recai sobre o aqui é chamado de pequena escala em termos urbanísticos, ou de escala intermediária, se o parâmetro for arquitetônico. Desta forma, a principal escala de análise deste trabalho é o que é referido por autores do hemisfério norte como 'escala do desenho urbano', aqui também chamada de média escala ou escala intermediária. Para efeito desta pesquisa estes termos se referem à escala perceptível ao pedestre e sua experiência em ambiente aberto, configurado pela massa edificada. Colocando-se assim, do ponto de vista espacial, em posição distinta, à escala de análise da edificação e seus ambientes bem como da cidade como sistema completo. (BATTY et al., 1998)(MARSHALL 2005; CARMONA 2003) O desenho urbano como disciplina representa uma síntese de diversas atividades das ciências sociais e da arquitetura, tendo seu foco sobre a forma do ambiente e sua relação com as relações e atividades sociais a ela relacionadas. Neste caso a 'escala do desenho urbano' inclui, conforme definição de Carmona e Punter (1997, apud BATTY et al.1998) questões técnicas da funcionalidade urbana, questões econômicas de custo benefício, bem como questões estéticas que dizem respeito a forma e aparência, questões sociais relativas a localização e abastecimento. A relevância da escala do desenho urbano neste trabalho se dá em função da definição da área de influência de uma estação de metrô, estabelecida, a partir da literatura, com base principalmente nas distâncias aceitáveis de caminhada de e para a estação, utilizada também em análises da estrutura urbana a partir de questões relacionadas a acessibilidade. (GUERRA, CERVERO, & TISCHLER, 2012)

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Com o objetivo de embasar e responder às perguntas anteriormente formuladas se buscou elucidar as questões consideradas fundamentais no dimensionamento e abordagem do problema e sua discussão. Foi analisada uma série de trabalhos em suas diferentes abordagens do problema de pesquisa. Na área de planejamento de transporte no âmbito do planejamento urbano foram identificadas diferentes formas de associação entre movimento de pessoas, planejamento e economia de transportes, planejamento urbano,

crescimento urbano e usos do solo questões que relacionam origem e destino, com base em oferta e demanda de atividades, em autores como Robert Cervero, Landis, Vuchic, Portugal, entre outros, além de documentos de orientação produzidos pelo DENATRAN, UN-HABITAT E ANTP. No campo da economia urbana foram analisados trabalhos que relacionam principalmente acessibilidade e usos do solo em trabalhos como os de Sheldon, Cervero, Landis, Hansen entre outros. No campo da geografia se desenvolve a discussão das dinâmicas socioespaciais do ponto de vista da atividade e do espaço das pessoas. Foi também investigado o uso de instrumentos de apoio ao entendimento destas relações socioespaciais principalmente através do uso de geoinformação e da análise espacial. Do ponto de vista da Morfologia Urbana se buscou material que pudesse contribuir para a construção do argumento em favor da análise espacial e seu papel no entendimento da definição e solução do problema de pesquisa através dos trabalhos de Peponis, Hillier, Ozbil, Batty, Penn, Read entre outros. No dimensionamento da questão e entendimento das implicações de intervenções sobre a estrutura espacial urbana foi também essencial a disciplina do desenho urbano na medida que esta contribui diretamente para o entendimento da escala de análise, bem como com o processo de interface entre a escala urbana e a escala da estação como objeto arquitetônico e seu entorno como ambiente urbano. Neste campo foram de grande valor os trabalhos de Marshall, Nelson e Carmona entre outros.

2.1 Estrutura urbana e acessibilidade

Este trabalho parte da hipótese de que a inserção de uma estação de metrô em contexto urbano consolidado altera as relações socioespaciais do entorno, entretanto não entra no mérito do caráter das transformações se são consideradas positivas ou negativas. Tais interpretações requereriam análise específica que vai além do escopo do trabalho aqui proposto. Entretanto do ponto de vista da revisão dos trabalhos e sua compreensão dos impactos gerados pelas estações de metro vale ressaltar que alguns autores detectaram influência positiva, no sentido de estímulo quanto ao interesse de usuários por fixar residência ou estabelecer atividades de comércio e serviço em áreas acessíveis à estação, contribuindo para o aumento da densidade de população e também para o aumento de atividade de construção na área, não necessariamente aumento de número de unidades e também aumento de oferta de emprego e de negócios. Não há consenso com respeito aos efeitos da implantação de novas estações de metrô sobre a qualidade do impacto gerado. Segundo Cervero se bem projetados e concentrados, empreendimentos de uso misto em torno a nós de transporte de massa (*transit nodes*) aumentam a circulação de pessoas entre 200 e 300 vezes, quando comparados com empreendimentos distantes de tais nós e o índice de valorização da terra pode chegar a 100%. (CERVERO, 2003) Foi encontrado também evidências de aumento na circulação de pessoas no entorno da estação, parte tendo como destino ou origem o próprio sistema de transporte, mas também as atividades estimuladas pelo próprio crescimento da população na área (*footfall*), o que contribui também para o maior contato e possibilidade de interação entre os moradores e trabalhadores locais. (VINHA, 2005) (GEHL & GEMZOE, 2003; GEHL, 1971) (WHYTE, 1980) Entretanto, alguns trabalhos encontraram indicações de influência considerada negativa tais como o aumento de criminalidade registrada no entorno de estações em áreas já degradadas, e também em alguns casos não o aumento de população residente absoluta mas a redução da população considerada como de mais baixa renda substituída por população de maior poder aquisitivo, configurando assim um processo de gentrificação (TSAO, 1998; VINHA, 2005)

De um modo geral pode se defender a ideia de que uma estação de metrô contribui para o aumento da acessibilidade da área de seu entorno, com reflexos sobre o aumento no fluxo de pedestres em seu entorno contribuindo para a vitalidade social e econômica de sua área de influência. (OZBIL, 2009)(CERVERO, 2013) **Através da análise de trabalhos que relacionam transporte e estrutura urbana se estabelece a ideia de que a instalação de uma estação de metrô altera os níveis de acessibilidade de uma área em relação a todo o sistema urbano (macro-escala) causando simultaneamente alterações estruturais em nível local a partir de sua interferência sobre o fluxo e presença de pedestres, níveis de atividade da área para diferentes atividades inclusive o uso residencial. Este trabalho parte então da premissa de que sistemas de movimento e redes de transporte interferem e contribuem para a configuração das cidades é necessário analisar como diferentes disciplinas abordam esta relação.**

2.1.1 Teorias locais

A busca pela compreensão da relação estrutural entre transporte e as atividades humanas não é recente. Segundo Read, as teorias locais clássicas desenvolvidas desde os anos 1950, de aplicação principalmente econômica e social, não fazem associações diretas à morfologia urbana, entretanto, o autor defende que a cidade é um produto da economia espacial, se desenvolvendo a partir de leis orgânicas de causalidade como contenedor e articulador das relações sociais a partir de uma lógica de proximidade. A

cidade seria então um produto da articulação de lugares necessários ao funcionamento das redes de comércio e suas estruturas de suporte e evolui como rede de interações multiescalares. (READ, 2009) Para Cutini, no que se refere a centralidade, a tais teorias tem uma abordagem funcional, baseada no conceito de atratividade a partir da presença e tipo das atividades e a geografia interna das cidades. Esta se baseia no interesse ou competição por ocupar tais áreas, porém não esclarece o que determina atratividade. (CUTINI, 2001)

Com foco na expansão urbana relacionando acessibilidade e 'potencial de crescimento', Hansen propunha um modelo de relação, que buscava compreender, e equações, que buscavam medir, níveis de acessibilidade local. Para ele acessibilidade seria a medida da distribuição espacial das atividades em relação a um ponto, ajustadas pelo habilidade e o desejo das pessoas ou empresas em superar a distância que os separa. Acessibilidade seria então diretamente proporcional ao tamanho da oferta de serviços ou empregos e inversamente proporcional a uma função de distância a ser percorrida. O nível de acessibilidade total de uma área seria o resultado do somatório dos índices de acessibilidade deste ponto a todas as áreas de oferta no seu raio de captação. Buscando determinar o 'potencial de crescimento' (relacionado a densificação) de uma área urbana ou organizável a partir de seu potencial de acessibilidade a ofertas de emprego por exemplo, e à quantidade de terra disponível para ocupação, autor partia do princípio de que quanto mais acessível fosse uma área às diversas zonas de atividade, mais atrativa esta seria para investidores e residentes. A grosso modo o potencial de acessibilidade seria diretamente proporcional á oferta de emprego acessível desde a área em estudo, e inversamente proporcional às distancias a serem percorridas até elas. Sendo que a influência das distâncias na equação varia segundo a atividade analisada, uma vez que as pessoas se disporem a percorrer diferentes distâncias segundo a razão do deslocamento. (fig. 2) Segundo o autor as pessoas se disporem a maiores deslocamentos em função de emprego, segundo para atividades sociais e menores distâncias para compras. Para nosso é estudo é relevante o modelo de acessibilidade e sua relação com a estrutura espacial urbana sintetizado abaixo. (HANSEN, 1959)

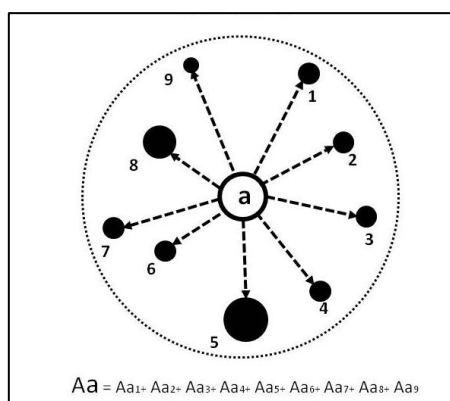


Figura 2 – Modelo espacial de acessibilidade baseado em Hansen (HANSEN, 1959)

Do ponto de vista da economia urbana, com foco na relação entre investimento em estruturas de transporte e a caracterização de seu impacto, Sheldon e Brandwein argumentam que a abordagem focada e encerrada na eficiência econômica do sistema de transporte não corresponde à consideração do impacto real da implantação de sistema de transporte nem do ponto de vista social nem do econômico. Os autores sugerem que o impacto das transformações decorrentes da implantação de um novo sistema deve ser considerado a partir de sua relação com os diferentes grupos ou agentes envolvidos no processo anterior e posterior a sua implantação. Tais impactos de aferição mais complexa do que a relação entre recursos investidos na implantação/gestão/operação e recursos gerados pela operação do sistema, expandem os limites do sistema de transporte inserindo o através da relação com seus agentes no sistema que é a cidade. Tal proposta é sintetizada no quadro abaixo. (fig. 3) Para este estudo é de interesse a abordagem que se refere a *comunidade* como agente a sofrer impactos pois este representa a escala local e suas possíveis relações socioespaciais.

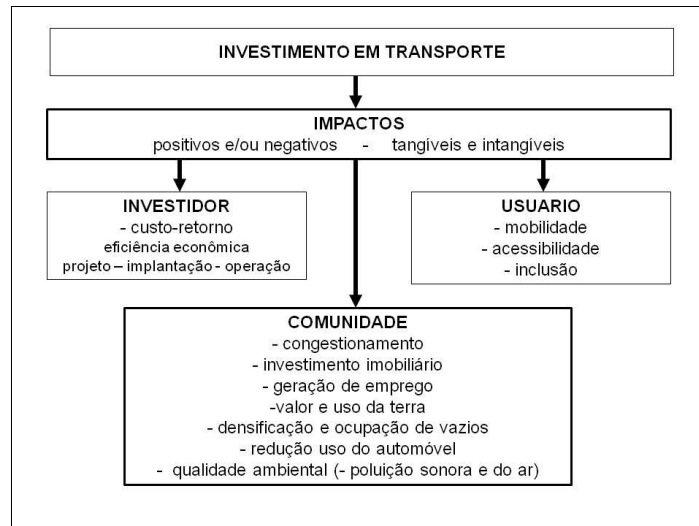


Figura 3 – Interpretação da proposta de estudo de impacto de investimento em transporte de Sheldon e Brandwein (1973)

As teorias econômicas locacionais historicamente discorrem sobre a tendência das pessoas e instituições em buscar lugares mais acessíveis na cidade como forma de minimizar o custo do deslocamento e maximizar o potencial da combinação de qualidade de vida e habitação ou lucratividade, no caso de negócios. (FORD, BARR, DAWSON, & JAMES, 2015; GRUBE-CAVERS, 2013) Neste contexto, sugere que negócios, comércio e residentes tendem a buscar a proximidade das estações, uma vez que estas são os o ponto de convergência entre a vizinhança e da região. Sendo comércio e serviços os principais elementos a se beneficiarem com a inserção de uma estação – com o aumento da acessibilidade do local, a tendência à aglomeração, atratividade e elevação no custo da terra. O comércio tende a ficar no entorno mais imediato à estação e serviços de suporte um pouco mais distantes. Cervero afirma ainda que sob as corretas circunstâncias investimentos em trem fortalecem os centros urbanos, promovem subcentralidades, induzem o aumento do valor das propriedades na área de abrangência da estação e ocasionalmente geram reinvestimento em áreas urbanas decadentes. (CERVERO, 2013)

2.1.2 Morfologia urbana

Do ponto de vista teórico, a área da Morfologia Urbana pode nos emprestar conceitos que auxiliam na compreensão das relações entre o ambiente urbano como um sistema integral e suas partes, nas quais a atividade humana toma lugar. Segundo Echenique e Crowter a cidade é um sistema complexo de elementos inter-relacionados e por esta razão uma pequena alteração pode levar a transformações na cidade inteira. Um dos principais papéis da pesquisa urbana é descobrir quais os elementos mais significativos neste processo de transformação. Ao descobrir as relações causais entre eles é possível contribuir com processos de planejamento através da predição de seus prováveis efeitos. Os autores apresentam uma visão sistêmica da cidade, como sistema complexo onde alterações dos elementos tem repercussão sobre todo o sistema urbano. O que se oferece é um modelo estático, que representa um sistema em equilíbrio e um momento dado, onde a estrutura espacial urbana é resultado de dois processos, nos quais primeiro artefatos e depois atividades são localizados em lugares específicos. Os autores afirmam que o primeiro processo localiza a infraestrutura física (edificações, área construída, oferta de espaço) em resposta a demanda das atividades por espaço. o segundo localiza as atividades no contexto do espaço construído de acordo com as relações funcionais entre estas (atividades) - onde as atividades criam demanda por determinadas espacialidades (ambiente construído) as quais uma vez concretizadas determinam a localização destas mesmas atividades. (fig.4) (ECHENIQUE & CROWTER, 1972)

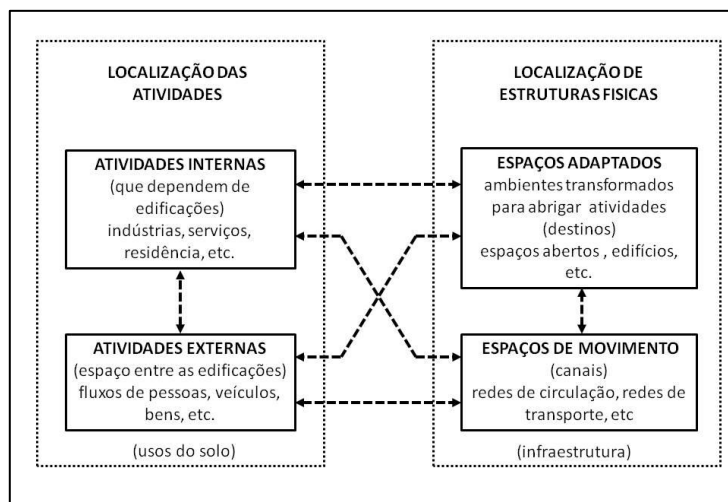


Figura 4 – Representação do modelo de interação dos componentes da estrutura espacial urbana baseado no esquema de Echenique e Crowter (1972)

A noção de relação entre elementos que compõem a estrutura urbana e sistemas de movimento é de grande importância no desenvolvimento deste trabalho. Hillier e Hanson estabeleceram, em *The Social Logic of Space*, que o elemento capaz de ligar o ambiente espacial e o ambiente social era a configuração do ambiente e as relações entre os espaços que compõem, como o espaço onde as pessoas se movimentam e podem entrar em contato. (HILLIER e HANSON 1984) Partem do princípio de que contato entre as pessoas é o elemento essencial para a integração, comunicação e as transações sociais e econômicas. A associação da configuração espacial e a possibilidade de contato (co-presença) é apresentada como o elemento capaz de fazer a conexão entre forma (design) e implicações sociais. (PEPONIS, 1989) Stegen define que do ponto de vista das relações entre estrutura local e global, que uma estação de transporte gera interferência na estrutura espacial e de movimento alterando a sua dinâmica espacial e deslocando o movimento natural e seus efeitos. Atua como um ‘elemento atrator monofuncional’ injetando ou extraindo movimento no sistema aberto da rede espacial que não é induzido ou previsível a partir da malha viária e criando centralidade. Da mesma forma, a fragmentação do espaço aberto, de movimento e dos diferentes modos de circulação, percebida a partir de seus padrões de acessibilidade e integração, interfere nas dinâmicas de movimento podendo causar uma fragmentação da comunidade virtual. O conceito de movimento natural é relevante do ponto de vista do estudo de centralidades e das estações neste contexto, uma vez que este se caracteriza como fluxo de pessoas ou veículos por determinados espaços devido a sua posição na rede em relação aos outros espaços, tendo implicações econômicas sendo atrativos para atividades que se beneficiam de fluxo de pedestres como o comércio. Ao gerar aglomeração de atividades acaba de gerar maior movimento com destino a mesma área gerando então mais movimento em outras áreas do sistema. Este processo onde a configuração espacial tem um papel importante e envolve uma série de elementos da estrutura urbana tais como fatores de localização, uso da terra, volume de investimento e valor da terra, ao mesmo tempo que dependem do movimento de pedestres contribuem para o aumento deste mesmo movimento, se chama ‘economia de movimento’. Ainda para Stegen, a consolidação das correlações entre variáveis da sintaxe espacial e a observação do mundo real, demonstra que estruturas espaciais tem um efeito substancial nas dinâmicas urbanas, com efeitos sobre as qualidades de alguns fenômenos urbanos como tráfego, densidade de edificação, valor e uso da terra, etc. Tal processo se dá através do impacto da configuração espacial sobre o movimento, e da influência do movimento sobre os padrões de uso do solo, e da consequente caracterização da área como um polo atrator. (PENN 2008; STEGEN 1997)

Para Cutini as características das redes se alteram, alterando assim os níveis e de centralidade das áreas (por razões configuracionais, seguidas de razões funcionais) demandando adaptações da rede e o consequente deslocamento da centralidade. O autor afirma que a presença de atividades está primeiramente ligada a configuração da rede, sendo esta a principal causa nas variações da atratividade de uma área. Estabelece desta forma uma relação entre configuração da rede e distribuição de atividades. (CUTINI, 2001) Existe uma correlação exponencial entre a forma da rede e a presença de atividades, melhor demonstrada através da medida de integração local. Esta relação reflete o efeito multiplicador que as atividades exercem: enquanto estas são atraídas pela configuração da malha e suas localizações mais favoráveis, sua localização em si serve como elemento atrator de outras atividades e de aglomeração. Entretanto, processos de expansão alteram os padrões de integração global da malha, mudando assim a localização de centralidades funcionais. Para Cutini “os efeitos generativos da malha urbana criam hierarquias de usos do solo dependentes de potenciais de movimento cujos efeitos multiplicadores de

escolhas locacionais sobre o movimento se relacionam a processos dinâmicos nos quais estrutura da malha urbana, movimento, uso do solo e densidades construtivas se correlacionam criando padrões de atratividade locacional desiguais”. Desta maneira, pode-se dizer que, do ponto de vista da estrutura espacial urbana, uma estação de transporte de massa (*transit*) redefine os níveis de conectividade de um local em sua relação com o sistema global - em escala regional – e, por sua vez gera interferências sobre comportamento e movimento de pedestres e outros fatores componentes da estrutura espacial urbana em seu entorno imediato - em nível local.

2.1.3 Planejamento de transportes

No contexto da disciplina do planejamento de transportes Portugal e Goldner em trabalho sobre polos geradores de tráfego, discorrem sobre a necessidade e o histórico dos estudos de impacto ambiental e de vizinhança no Brasil. O foco do trabalho se concentra sobre grandes estruturas e equipamentos urbanos e sua influência sobre o sistema de circulação de veículos e seu impacto sobre a estrutura urbana, principalmente no que diz respeito à malha viária. (PORTUGAL & GOLDNER, 2003) Ainda assim nos é útil do ponto de vista da análise do impacto de estruturas geradoras de movimento os critérios utilizados para o estudo de impacto de polos geradores tráfego. Os autores relacionam polos de geração de movimento e suas características classificadas como internas (funcionais do elemento) e externas (localização - relacionadas principalmente com a infraestrutura viária e de transportes do entorno), qualificando então os impactos como espaciais (local) temporais (associados a agentes/atores envolvidos) e setoriais (socioeconômico, usos do solo e transporte/vias). Originando dois tipos possíveis de resultado da análise: *positivo* ou *negativo* do ponto de vista impacto causado. Para a eventualidade de impactos negativos ressalta a importância de regras (parâmetros legais e de planejamento) por um lado e da necessidade de estudos de impacto sistemáticos que desenvolvam ‘procedimento e modelos de previsão e análise de impactos, identificação de padrões aceitáveis de impacto além da avaliação da real necessidade e escolha das intervenções’. Por questões culturais geográficas relacionadas a diferentes relações com processos de suburbanização, no contexto brasileiro estações de metrô e transporte público não são considerados polos geradores de tráfego como em países do hemisfério norte onde a vida suburbana gera uma dinâmica de movimento diferente. É ainda necessário estabelecer de forma mais consistente o papel das estações de metrô em seu relativo contexto como polos geradores de tráfego e de movimento de pedestres. Sendo que as publicações encontradas se concentram em definir como polos geradores de tráfego (tendo veículos particulares como foco principal) grandes equipamentos de comércio e/ou serviços tais como hospitais, shopping centers, etc. (FGV-Consults-DENATRAN, 2001; KOLKO, 2011; PORTUGAL & GOLDNER, 2003) Apesar de o estudo focar sua análise em impacto de polos geradores de tráfego a análise apresentada é útil pois contribui em certa medida para a reflexão sobre as áreas de influência e definição de impacto de uma estação pode ter sobre a estrutura urbana. O impacto, seria então resultante (1) da combinação entre o porte e demais características do elemento a ser implantado com as características da localização escolhida e (2) da relação entre a demanda por viagens (atividade produzida/estimulada) e consequências (no caso demandas criadas pelo tráfego gerado) e as características internas do equipamento relação entre atividades/circulação de pessoas e de veículos) e sua análise permitiria a busca de porte e localização mais apropriados, buscando também formas de minimizar o impacto nos setores identificados, prever, minimizar e além de sugerir instrumentos de sustentação legal e institucional que apoiem o processo. (fig. 5)

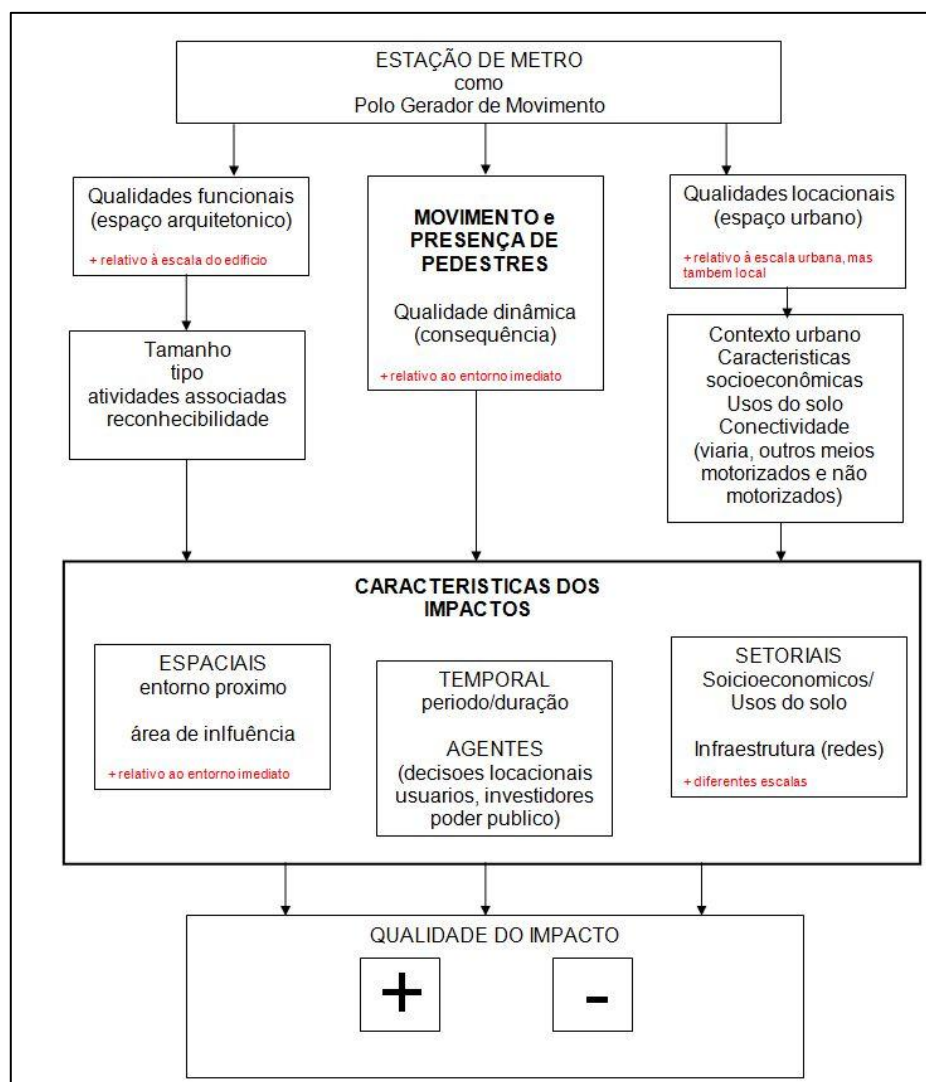


Figura 5 – Interpretação e adaptação do gráfico de estudo de impacto de polos geradores de tráfego de Portugal e Goldner (2003 p19)

Trabalhos na área da economia urbana, morfologia e transportes foram instrumentais na construção do argumento aqui apresentado, na medida em que historicamente tem-se dedicado a compreender a dinâmica de ocupação da cidade principalmente através das relações entre usos do solo e acessibilidade. Muitos dos estudos encontrados na área de transportes se dedicam a compreender as dinâmicas espaciais a partir de uma abordagem locacional, que se baseia em questões de economicidade de trajetos, competição e uso do solo, com aplicação direta sobre planejamento urbano, planejamento de transportes e também na economia urbana. Tais estudos consideram fatores locais como características da população e de atividades locais como oferta de emprego e serviços, como elementos que influenciam a demanda por transporte. Apesar do crescimento da atenção dada a estudos que valorizam as pessoas, seu comportamento e suas necessidades, do ponto de vista prático a grande maioria de estudos empíricos e trabalhos técnicos recentes identificados, tem como objetivo (1) contribuir do ponto de vista técnico para que estruturas de transporte (rede viária, redes de transporte público, etc.) cumpram com eficiência o que consideram sua finalidade principal: a circulação do maior número de veículos ou de pessoas no menor espaço de tempo e com o menor custo operacional, configurando assim uma visão em escala municipal e muitas vezes regional, de um sistema relativamente fechado; ou (2) ocupam-se de questões técnicas referentes a eficiente acomodação ou circulação de pessoas e equipamentos nos espaços internos do sistema (estações e veículos). Entretanto, trabalhos mais recentes, têm se dedicado de forma sistemática à investigação das implicações das redes de transporte sobre a estrutura da cidade e a vida dos cidadãos (CERVERO, 2013)

No caso de sistemas ferroviários (que movimentam grandes quantidades de pessoas) existe uma crença de que um sistema de metrô - trem subterrâneo - deverá promover a geração de empregos e aumento na densidade da população, desencorajando a suburbanização e suas consequências negativas. (VINHA,

2005) Por outro lado, alguns autores e ativistas defendem a ideia de que o aumento de acessibilidade em algumas situações pode contribuir para o processo de suburbanização e enfraquecimento dos centros urbanos. Havendo ainda os que defendem a relativização do impacto atribuído a estruturas de transporte devendo estes ser analisados em associação com outras condições que possam interferir nos resultados. (CERVERO, 2013; NELSON, 2014; SHELDON & BRANDWEIN, 1973; SIEMIATYCKI, 2005; STEGEN, 1997) Segundo Cervero uma das grandes limitações dos estudos na área de transporte e estrutura urbana é que não consideram outras qualidades espaciais, como no caso dos TODs (*Transit Oriented Developments*) em seu papel na contribuição para o aumento de densidades e alterações nos usos do solo. Em estudos mais recente, ao relacionar transporte e a cidade, Cervero afirma que existe uma relação de co-dependência entre ambos, a qual determina a configuração do ambiente construído baseada mais nos benefícios da acessibilidade gerada do que nas características das vias e das linhas transporte em si. É importante a noção de que da mesma forma que a acessibilidade favorece a urbanização e a ocupação urbana, os padrões de uso do solo e a forma do ambiente urbano definem a demanda por deslocamento. O movimento das pessoas é impulsionado por sua necessidade social ou econômica, ou seja as pessoas se deslocam prioritariamente movidas por sua necessidade de socialização, lazer, trabalho ou abastecimento. O entendimento da relação entre transporte e forma e vida urbanas vem evoluindo no sentido de que movimento e sistemas de transporte não são uma finalidade em si, mas devem ser subordinados ao ambiente urbano como suporte a maneiras de ganhar a vida (vida produtiva) e a criação de comunidades vivas, atraentes e memoráveis. A presença da estação do metrô, do ponto de vista da mobilidade urbana (em escala global) gera interesse e atratividade de investimento e ocupação sobre a área tornada mais acessível, podendo estimular crescimento de população e de ocupação, e conseqüentemente a oferta de empregos e a vitalidade dos espaços públicos através do movimento e da presença das pessoas usuários ou não da estação. Da mesma forma que a presença de pessoas e atividades atrai maior número de pessoas e investimento estimulando em um efeito circular o uso do sistema de transporte, representado no gráfico abaixo. (Fig. 6) (CERVERO, 2013)

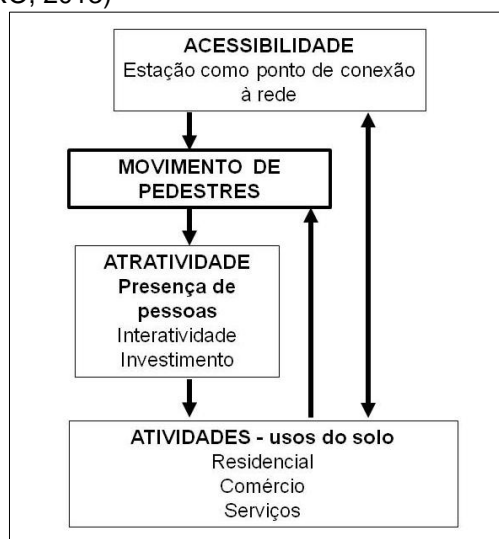


Figura 6 – representação gráfica da relação de co-dependência identificada entre estruturas de transporte e as dinâmicas urbanas

Dentro do contexto da relação entre transporte e ambiente construído duas questões parecem ser fundamentais em sua contribuição para o entendimento do problema deste trabalho:

- 1) o papel da estação de metrô como elemento de mobilidade e conexão com o sistema urbano e seus elementos.
 - 2) o papel da estação de metrô como ponto focal e estruturador das dinâmicas de seu entorno imediato.
- Desta forma, este trabalho está estruturado em função da ideia de compreender a relação estabelecida entre a estação como ponto de conexão entre a estrutura local e o sistema urbano do qual ela faz parte. Sendo a estação de metrô o elemento articulador que permite que se estabeleça uma relação de causalidade entre cidade e o sistema urbano com suas partes na escala do desenho urbano e sua estrutura socioespacial, conforme representado no gráfico abaixo. (fig.7)

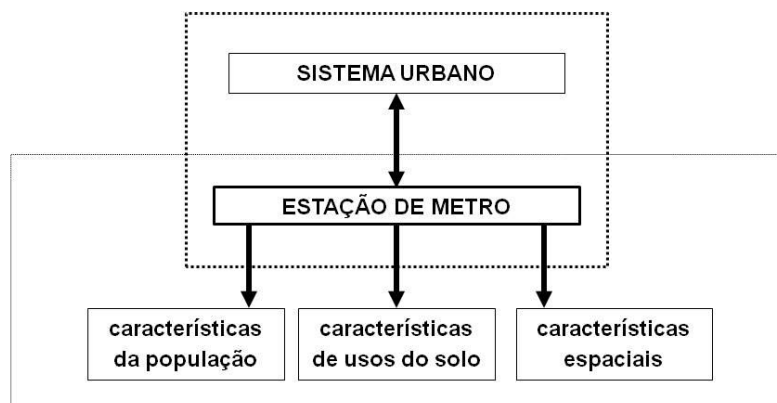


Figura 7 – Diagrama de representação da relação entre a estação de metrô e elementos da estrutura espacial urbana de seu entorno e sua relação de acessibilidade com o sistema urbano

3. METODOLOGIA

A partir da necessidade de compreensão fenômeno urbano e suas transformações, para o desenvolvimento deste trabalho três noções são de grande importância, estão inter-relacionadas e permeiam toda a reflexão:

- a) a relação entre espaço social x espaço físico
- b) o entendimento da cidade e seus fenômenos a partir das relações possíveis entre estruturas locais e estrutura global
- c) o conceito de acessibilidade como elemento fundamental no estabelecimento das dinâmicas urbana

O estudo pretende, a partir da análise espacial de dados geográficos disponíveis tentar estabelecer alguns padrões de transformação da estrutura espacial urbana. Partindo do princípio de que uma estação de transporte de massa (transit) redefine o nível de acessibilidade de um local em sua relação com um sistema maior, ou seja em escala global, ao mesmo tempo que interfere no comportamento e movimento de pedestres e na estrutura socio-espacial de seu entorno imediato, em nível local. Com base na proposição já discutida de que as questões mais relevantes a serem analisadas na relação entre transporte e forma urbana são as relativas a densidades, diversidade e design, este trabalho investigativo busca identificar padrões de transformação na estrutura espacial urbana que possam ser associados à inserção de uma estação de transporte de massa como elemento reestruturador, buscando determinar qual a influência da inserção da estação de metrô sobre:

- a) a densidade e características da população residente do entorno;
- b) características dos usos do solo;
- c) as qualidades morfológicas do entorno.

O trabalho buscará confirmar a hipótese de que a inserção de uma estação de metrô altera significativamente a estrutura socioespacial de seu entorno. A partir das perguntas originalmente formuladas, na busca pela compreensão do estrutura espacial urbana no entorno das estações de metrô, o trabalho se propõe a, através do uso de recursos de SIG e de análise espacial, temporal e estatística, identificar transformações que possam ser associadas a presença da estação. A pesquisa se propõe a estudar o impacto da implantação de estações metrô sendo este resultante das características da estação como elemento transformador das relações de conectividade com o sistema urbano, e sua combinação com as características da estrutura espacial de seu entorno.

3.1 Estudo empírico

O estudo empírico previsto se baseia em uma análise comparativa da situação antes e depois da implantação da estação no que diz respeito às características da população, de uso do solo e morfológicas do entorno, com base na informação disponível ou levantada e sistematizada para este fim.

A fim de auxiliar na compreensão das transformações espaciais em um período definido que possam ser associadas à sua presença, cada estação a ser analisada deve cumprir uma série de requisitos:

- ter sido implantada em área urbana consolidada;
- em área onde não existisse previamente outra estação de transporte de massa (transit);
- ser de linha subterrânea no trecho analisado, para evitar outros fatores de alteração na malha urbana que não a presença da estação em si;
- ter tempo de operação suficiente para que as possíveis transformações sejam consistentes;

Também é necessária a disponibilidade de dados na escala do entorno das estações, referentes a população e usos do solo, bem como número de usuários das estações em intervalo de tempo que possa ser relacionado ao início de operação do sistema.

A partir da definição do sistema (cidade) a ser analisado é necessário caracterizar o sistema a partir de suas estações no que diz respeito a localização e características morfológicas e sociogeográficas básicas do entorno e além de seu tempo de atividade. As estações serão identificadas e agrupadas a fim de permitir a escolha das que melhor possam representar o estudo, a ser analisadas em seu contexto além de comparadas entre si.

Na busca por padrões de transformação estão previstos dois tipos de análise comparando dados em períodos anterior e posterior a abertura da estação:

1) Dentro da região definida como área de influência da estação (raio de 400m) serão analisadas variáveis relativas aos dados sociogeográficos a serem analisadas, na medida de sua disponibilidade relacionadas a:

- número e características da população existente
- usos do solo (residência, oferta de emprego, etc.)

2) Será feita também uma análise morfológica a fim de estabelecer os níveis de acessibilidade de cada estação em relação à:

- rede de transporte subterrânea (posição da estação no sistema)
- níveis de acessibilidade de cada estação em relação a malha viária de seu entorno nos mesmos períodos anterior e posterior a inserção da estação.

3.1.1 Delimitação espacial

A maioria dos estudos empíricos analisados sobre o tema consideram como a área de influência de uma estação de metrô, quando da necessidade de avaliar sua influência e capacidade de captação de usuários do sistema de transporte público, bem como possíveis interferências sobre a estrutura socioespacial urbana, um raio que varia entre 200, 400 e 800 metros. Tais distâncias estão relacionadas com as distâncias médias que uma pessoa pode caminhar confortavelmente para chegar a um lugar desejado. Ao estudar a influência de estações de metrô sobre a estrutura espacial urbana lidamos com uma série de variáveis de distinta natureza, que podem ter relevância em raios diferentes e que podem nos ajudar a compreender a estrutura e sua transformação. Artigo recente argumenta que após a análise de grande número de estações nos Estados Unidos com base no *TODdatabase* confirma a validade do raio de 400m (1/4 milha) na análise de estações de transporte e sugere ainda que não existem grandes variações entre os raios de 400 e 800. O artigo sugere que os resultados não apresentam grandes diferenças dentro destes parâmetros e que devem ser utilizados conforme sua disponibilidade. (GUERRA et al., 2012) Desta maneira foi definido como raio de influência da estação para efeito da análise o raio de 400m no entorno da estação.

3.1.2 Delimitação temporal

Para que seja possível uma análise do processo de construção da cidade e suas transformações é necessário que se possa comparar informação referente à estrutura do entorno da estação em pelo menos dois períodos diferentes, um anterior à implantação e outro posterior, com tempo suficiente para que possíveis transformações possam ser associadas ou não à estação. Com base nos estudos analisados se considera para este estudo como tempo necessário de funcionamento da estação.

3.1.3 Dados disponíveis

A intenção original do projeto era analisar o entorno de algumas estações do Metrô de Bilbao, entretanto, apesar da quantidade de dados e informações disponíveis, o acesso aos dados na escala necessária e que permitam análise espacial em período anterior e posterior a implantação do sistema na escala das estações tem-se provado difícil até o momento. Por esta razão foi-se buscar outras fontes de dados disponíveis que reúnem as condições necessárias e permitem a análise dos dados na escala e forma desejada em tempo hábil.

Como opção de estudo empírico foi identificada uma base de dados disponíveis remotamente para pesquisadores no site da organização *Center for Transit-Oriented Development - TODdatabase* (<http://www.ctod.org/>) o qual apresenta dados sociogeográficos georreferenciados e associados a estações de transporte, inclusive metrô, de um número de cidades americanas, com raios de influência de ¼ e de ½ milha (400 e 800 metros aproximadamente) que deve servir ao propósito da pesquisa aqui proposta. Segundo o site são oferecidos dados relativos a 4.417 estações existentes em 54 áreas metropolitanas do território americano, com mais de 70.000 mil variáveis relativas a dados de diferentes fontes do período de 2000 a 2010. (figuras de 8 a 12)

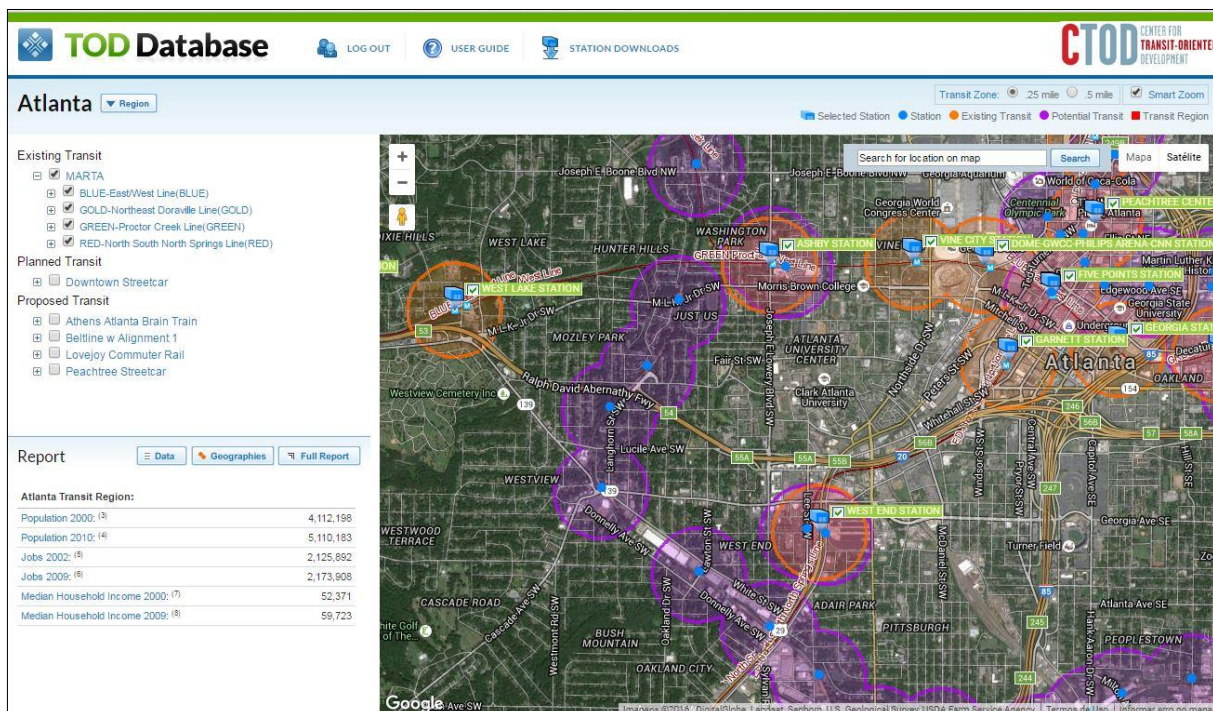


Figura 8 – Imagem de ilustrativa do TODdatabase com fragmento do sistema do MARTA em Atlanta, EUA, com buffers de 400m. (fonte TODdatabase)



Figura 9 – Imagem ilustrativa dos dados disponíveis associados às áreas de buffer de cada estação do sistema MARTA (<http://www.ctod.org/>)

Os dados de cada estação (*transit areas*) podem ser agregados com dois raios distintos: o que é chamado de *transit zone* é o raio de meia milha (area caminhável) ou raio de ¼ de milha, (fig. 11) definido como o entorno imediato a estação. Os dados aparecem agregados para a área de cada um destes dois buffers.

Os dados podem também ser apresentados agrupados como:

Transit shed, que é o agregado das *transit areas* e pode gerar cálculos por estação, por linha e por agência responsável pelo sistema ou por região. Quando duas redes se sobrepõem os dados não são duplicados, mas recalculados a partir das características da sobreposição dos buffers e das redes.

Transit region contém os dados agregados por condado (county) autoridade administrativa como uma expansão da área coberta pelo *transit shed*.

Os dados sócio-geográficos são tabulados a partir de 6 fontes:

- US Decennial Census, 2000
- US Decennial Census, 2010
- American Community Survey (ACS), 2005-09 5 Year Estimates
- Census Transportation Planning Package, 2000
- Local Employment Dynamics, 2002- 2009

- Housing + Transportation Affordability Index, 2000

As sobreposições que possam ocorrer nas estações e são agregadas proporcionalmente às áreas de sobreposição dos *buffers*. Para cada estação é possível, a partir de sua localização geográfica, e identificação na rede, obter informações quanto a área e os dados estatísticos levantados, através do mapeamento da rede e acesso ao *googlestreetview*.

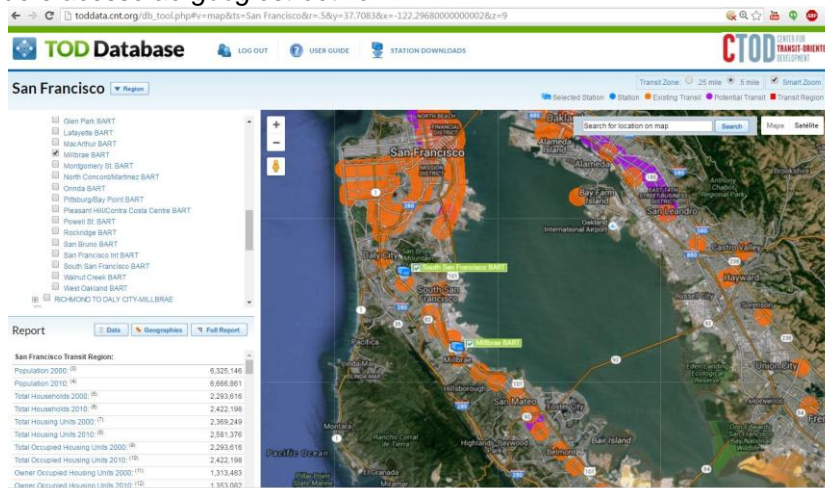


Figura 10 – TODdatabase – BART, São Francisco

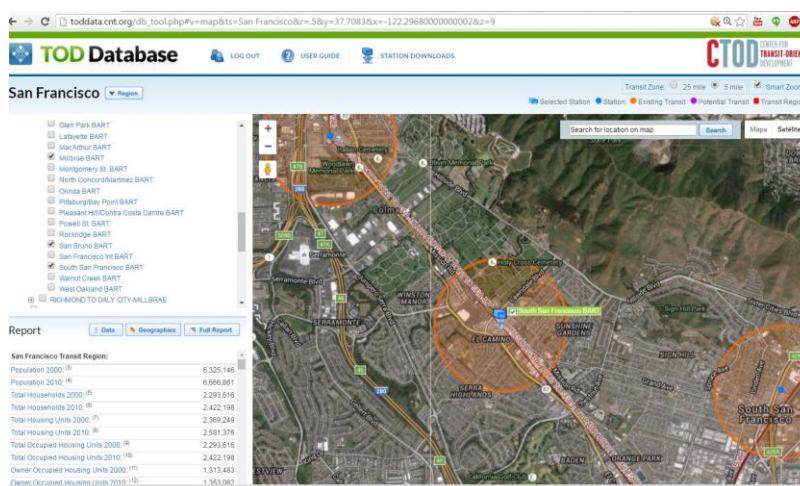


Figura 11 - Estação de South San Francisco, BART. Fonte: TODdatabase

Ao analisar os dados disponíveis para a estação do sistema BART em São Francisco, escolhida aleatoriamente, estão disponíveis com base nos raios de 400 e 800m, dados referentes a:

- modo de transporte para o trabalho
- densidades
- oferta de emprego (2002-2009)
- renda por domicílio
- custo de habitação e transporte
- jornada para o trabalho
- jornada para o trabalho em transporte público
- População e emprego
- População por idade
- População por nível de instrução
- raça
- *variáveis tipológicas de TOD* (especificados na página)
- análise de tendências
- relatório de tendências
- propriedade de veículos
- onde trabalhadores vivem segundo ocupação
- onde trabalhadores vivem segundo indústria

No contexto da análise espaço-temporal pretendida parece de grande utilidade os dados que aparecem nos itens oferta de emprego e análise de tendências (fig. 12) mostrados abaixo para a estação South San Francisco, aberta em 2003, onde aparecem dados em diferentes períodos que podem ser analisados.

BART PITTSBURG/BAY POINT TO SFIA-MILLBRAE, RICHMOND TO DALY CITY-MILLBRAE: South San Francisco BART

Year Opened:	2003
Population 2000:	4,364
Population 2010:	5,790
Total Households 2000:	1,628
Total Households 2010:	2,137
Total Housing Units 2000:	1,663
Total Housing Units 2010:	2,228
Total Occupied Housing Units 2000:	1,628
Total Occupied Housing Units 2010:	2,137
Owner Occupied Housing Units 2000:	1,243
Owner Occupied Housing Units 2010:	1,430
Renter Occupied Housing Units 2000:	385
Renter Occupied Housing Units 2010:	707
Average Household Size 2000:	2.67
Average Household Size 2010:	2.69
Median Household Income 2000:	55,280
Median Household Income 2009:	76,086

Figura 12 – Dados extraídos do item *trend analysis* para a estação de South San Francisco, BART. Fonte: TODdatabase (acesso em 05/05/2016 - http://toddata.cnt.org/db_tool.php?v=map&ts=San Francisco&r=.5&y=37.7083&x=-122.29680000000002&z=9)

6. BIBLIOGRAFIA

- BANISTER, D. (2009). SUSTAINABLE TRANSPORT AND PUBLIC POLICY. In J. K. TSCHANGHO (Org.), *Transport Engineering and Planning* (Vol. II, p. 192–200). UN-EOLSS.
- BATTY, M., DODGE, M., JIANG, B., & SMITH, A. (1998). *GIS and Urban Design. CASA - WORKING PAPER SERIES*. London: CASA. Recuperado de <http://www.casa.ucl.ac.uk/urbandesifinal.pdf>
- BIN MO, O. (2010). *GIS Network Analysis for Finding the Potential Metro Rail Ridership by Access Introduction*. AASTO. Los Angeles.
- BORJA, J. (2012). Espacio público y conquista del derecho a la ciudad. *Carajillo de la Ciudad*. Barcelona. Recuperado de http://cafedelasciudades.com.ar/carajillo/14_art1.htm
- BURDETT, R., & SUDJIC, D. (2007). *The Endless City - the urban age project*. London, UK: Phaidon Press Ltd.
- CARMONA, M. (2003). Defining Urban Design. In *Public Places - Urban Spaces* (p. 1–19).
- CERVERO, R. (2003). Coping with Complexity in America's Urban Transport Sector. In *2nd International Conference on the Future of Urban Transport, September 22-24* (p. 1–18). Goteborg, Sweden.
- CERVERO, R. (2005). Accessible Cities and Regions: A Framework for Sustainable Transport and Urbanism in the 21st Century. *Working paper-UC Berkeley Centre for Future Urban Transport-A Volvo Center of Excellence, Institute of Transportation studies, University of California, Berkeley.*, (August). Recuperado de <http://repositories.cdlib.org/its/future urban transport/vwp-2005-3>
- CERVERO, R. (2013). Integrating Urban Transport and urban Planning. *ethz*. Recuperado de <http://www.nsl.ethz.ch/displus/147/pdf/cervero.pdf>
- CERVERO, R., & KOCKELMAN, K. (1997). Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2(3), 199–219. doi:10.1016/S1361-9209(97)00009-6
- CHIARADIA, A., LAW, S., & SCHWANDER, A. (2012). Towards a multimodal space syntax analysis: A case study of the London street and underground network. In *Eighth International Space Syntax Symposium* (p. PAPAR REF: 8021). Santiago, Chile: PUC CHILE. Recuperado de <http://orca.cf.ac.uk/37616/>
- CHIARADIA, A., MOREAU, E., & RAFORD, N. (2005). Configurational Exploration of Public Transport

- Movement Networks: A Case Study, The London Underground. *Group*, 541–552. Recuperado de <http://spacesyntax.tudelft.nl/media/Long papers l/alainchiaradia.pdf>
- CUTINI, V. (2001). Configuration and Centrality. In 3 SSS (p. 32.1–). Atlanta.
- ECHENIQUE, M., & CROWTER, D. (1972). Development of a model of urban spatial structure. In L. MARTIN & L. MARCH (Orgs.), *Urban Space and Structures* (p. 175–218). London, UK: Cambridge University Press.
- EU-Comission. (2004). Reclaiming city streets for people - caos or quality of life? Luxembourg: DGE. doi:92-894-3478-3
- FGV-Consults-DENATRAN. (2001). *Manual de procedimentos para o tratamento de polos geradores de trafego*. Brasilia. doi:CDU 656.054.4 2
- FIGUEROA, O. (2005). Transporte urbano y globalización. Políticas y efectos en América Latina. *Revista Eure*, XXXI, 41–53.
- FORD, A., BARR, S., DAWSON, R., & JAMES, P. (2015). Transport Accessibility Analysis Using GIS: Assessing Sustainable Transport in London. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 4(1), 124–149. doi:10.3390/ijgi4010124
- GEHL, J. (1971). *Life Between Buildings* (2011^o ed). Washington DC: Island Press.
- GEHL, J., & GEMZOE, L. (2003). *New City Spaces* ((2006) 3 ed). Copenhagen: The Danish Architectural Press.
- GRUBE-CAVERS, A. (2013). *The Effects of Urban Rapid Rail Transit on Gentrification in Canadian Urban Centres*. Concordia University, Montreal.
- GUERRA, E., CERVERO, R., & TISCHLER, D. (2012). Half-Mile Circle Does It Best Represent Transit Station Catchments? *Transportation Research Record*, 2276(August), 101–109. doi:10.3141/2276-12
- HANSEN, W. G. (1959). How Accessibility Shapes Land Use. *Journal of the American Institute of Planners*, 25(2), 73–76. doi:10.1080/00049999.1976.9656483
- HILLIER, B. (1999). Centrality as a process. In *Space Syntax 2 International Symposium - V2* (p. 06.1–6.20). Brasilia.
- HILLIER, B., & HANSON, J. (1984). *The Social logic of Space* ((2005) dig.). UK: Cambridge University Press.
- JIANG, B., & CLARAMUNT, C. (2000). Integration of space syntax into GIS for modelling urban spaces. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2(3), 161–171. doi:10.1016/S0303-2434(00)85010-2
- KOLKO, J. (2011). *Making the most of transit: density, employment growth, and ridership around new stations*. Recuperado de http://www.ppic.org/content/pubs/report/R_211JKR.pdf
- LANDIS, J., GUHATHAKURT, S., HUANG, W., & ZHANG, M. (1995). *Rail transit investments, real estate values and land value change*. MONOGRAPH 48.
- LOPES GIL, J. A. (2012). Integrating public transport networks in the axial model. In M. GREENE, J. REYES, & A. CASTRO (Orgs.), *Eighth International Space Syntax Symposium* (p. PAPER REF: 8103). Santiago, Chile: PUC CHILE.
- MACHADO, C., GIANOTTI, M., KOLLING, J., MANFRÉ, L. A., BARBOSA, E., & QUINTANILHA, J. A. (2013). Transporto systems and land price: an investigation about its relationship based spatial analysis. In *13^a Conferência Internacional da LARES* (p. 1–26).
- MARSHALL, S. (2005). *Streets and Patterns*. UK: Spoon Press.
- NELSON, D. M. (2014). Thinking Beyond the Station. *PPS*.
- OZBIL, A. N. (2009). *Walking to the Station - PROPOSAL*.
- OZBIL, A. N. (2010). *Walking to the Station: The Effects of Street Connectivity on Walkability and Access to Transit*. Georgia Tech.
- ÖZBİL, A., & PEPONIS, J. (2007). Modeling Street Connectivity and Pedestrian Movement According to Standard GIS Street Network Representations. *Proceedings of the 6th International Space Syntax Symposium*, 1–10.
- PENN, A. (2001). Space Syntax and Spatial Cognition. *Proceedings, 3rd International Space Syntax Symposium Atlanta*, 11.1–11.17. doi:10.1177/0013916502238864
- PENN, A. (2008). Architectural Research. In A. KNIGHT & L. RUDDOCK (Orgs.), *Advanced Research Methods in the Built Environment* (p. 14–27). Oxford, uk: Wiley-Blackwel.
- PEPONIS, J. (1989). Space culture urban design in late modernism and after. *EKISTICS - Space Syntax*, (334), 93–108.
- PORTUGAL, L. da S., & GOLDNER, L. G. (2003). *Estudo de Polos Geradores de Trafego e de seus impactos nos sistemas viarios e de transporte*. Sao Paulo: Ed. Blucher.
- SHELDON, N., & BRANDWEIN, R. (1973). *The economic and Social Impact of investment in Public Transport*. Massachusetts: Lexington Books.
- SIEMIATYCKI, M. (2005). Beyond Moving People: Excavating the Motivations for Investing in Urban Public

Transit Infrastructure in Bilbao Spain. *European Planning Studies*, 13(1).
doi:10.1080/0965431042000312398

STEGEN, G. (1997). Proposal for a methodological use of space syntax analysis in development and land use plans. In *Space Syntax 1 International Symposium* -. London, UK.

TSAO, C. (1998). *Transit as a catalyst for urban revitalization*. MIT.

UN-HABITAT. (2013). *Planning and Desing for Sustainable Urban Mobility*. UK/USA. Recuperado de http://observ-ocd.org/sites/observ-ocd.org/files/publicacion/docs/mobilidad_urbana_sostenible2013.pdf

VINHA, K. P. (2005). *The Impact of the Washington Metro on Development Patterns*. University of Maryland, College Park. Recuperado de <http://drum.lib.umd.edu/bitstream/1903/3175/1/umi-umd-2997.pdf>

VUCHIC, V. R. (2007). *Urban Transit - Systems and Technology*. New Jersey: John Wiley & sons.

WHYTE, W. H. (1980). *The Social Life Of Small Public Spaces*. New York: Project for Public Spaces Inc.